



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Patentschrift  
10 DE 43 29 473 C 1

51 Int. Cl. 5:  
B 01 D 71/02  
B 01 D 67/00  
B 01 D 69/06

21 Aktenzeichen: P 43 29 473.1-44  
22 Anmeldetag: 1. 9. 93  
43 Offenlegungstag: —  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 18. 8. 94

DE 43 29 473 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
Chmiel, Horst, Prof. Dr.-Ing., 71229 Leonberg, DE

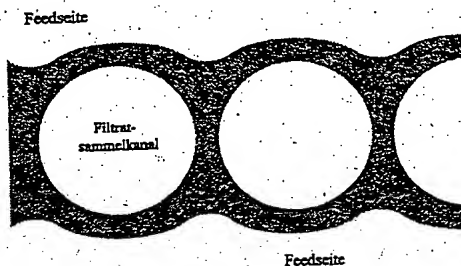
72 Erfinder:  
gleich Patentinhaber

52 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 41 34 223 C1  
DE 41 31 407 A1  
DE 35 33 924 A1

54 Druckstabile anorganische Membranen

57 Beschrieben wird eine Vorrichtung zur Trennung von fluiden Mehrkomponentengemischen mittels anorganischer Flachmembranen, anwendbar selbst bei hohen Druckdifferenzen zwischen Feed- und Filtratseite der Membran. Die erfindungsgemäße Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, daß die anorganischen Flachmembranen auf der Filtratseite halbkreisförmige Rillen besitzen, die nicht nur den Vorteil haben, daß sie den Differenzdruck ohne Auftreten von Zugspannungen in der Membran aufnehmen können, sondern gleichzeitig als Filtratsammelkanäle dienen. Von besonderem Vorteil ist es, zwei derartige Membranen mit ihren Filtratseiten so aneinander zu fügen, daß sie kreisröhrenförmige Kanäle bilden, weil dann auch noch auf Stützplatten verzichtet werden kann. Derartige Membranen können sehr effektiv zu einem Flachmembranmodul gestaltet werden.



DE 43 29 473 C 1

## Beschreibung

Für die Trennung von fluiden Mehrkomponentengemischen (z. B. Suspensionen, hoch- und niedermolekularer Lösungen, Dampf- und Gasgemische etc.) werden in den letzten Jahren mehr und mehr Membranen eingesetzt. Darunter versteht man semipermeable Gebilde, deren Selektivität sich durch Poren, elektrische Ladungen oder unterschiedliche Löslichkeiten einzelner Komponenten der Gemische in der Membran ergibt.

Ebenso verschieden, wie die Mechanismen der Selektivität sind diejenigen der für den Stofftransport verantwortlichen Kräfte. Hierfür können z. B. Konzentrationsgradienten, unterschiedliche elektrische Ladungen oder Druckdifferenzen verantwortlich sein. Der letztgenannte Prozeß, der mittels Druckdifferenzen erzeugte Stofftransport durch Membranen ist Gegenstand der Erfindung. Mit abnehmender Porengröße der Membran nimmt die erforderliche Druckdifferenz zu. Genügen bei der Mikrofiltration (Porenweite ca.  $0,1 - 1 \mu\text{m}$ ) wenige bar, so sind es bei der Ultrafiltration (Porenweite  $0,01 - 0,1 \mu\text{m}$ ) bereits mehr als 10 bar und bei der Nanofiltration (Porenweite  $1 - 10 \text{ nm}$ ) mehr als 30 bar. Die Umkehrosmose benötigt gar Druckdifferenzen beiderseits der Membran größer als 40 bar.

Entsprechend wächst die mechanische Beanspruchung der Membran und entsprechend auch der Aufwand zu deren Abstützung innerhalb des Gehäuses — des sog. Moduls. Sind die Membranen röhrenförmig und wird der Druck im Innern der Membran aufgebaut, so sind sie in einem weiten Beanspruchungsbereich selbsttragend. Ebene Gebilde, sog. Flachmembranen müssen dagegen über Gewebe gestützt und zu sog. Flachmembranmodulen gestapelt und gegeneinander abgedichtet werden. Auf diese Weise wurden bereits aus Polymermembranen Module für Druckstufen größer als 100 bar gebaut und betrieben. Dies hängt damit zusammen, daß Polymermembranen in einem relativ weiten Beanspruchungsbereich Zugspannungen ertragen.

Anorganische Membranen haben gegenüber Polymermembranen eine Reihe von Vorteilen. So sind sie z. B. sehr verschleißfest, temperaturstabil und weitgehend chemisch inert.

Ihr Hauptnachteil ist — neben den Kosten — ihre mangelnde Zug- und Biegefestigkeit. Die daraus resultierenden dicken Wandstärken führen zu geringen Packungsdichten und damit zu einem ungünstigen Verhältnis Membranfläche/Volumen.

Wabenstrukturen, die diesen Nachteil vermeiden sollen, zeigen unbefriedigende Filtrationsergebnisse. Verständlicherweise wachsen die genannten Nachteile anorganischer Membranen gegenüber Polymermembranen mit zunehmendem Filtrationsdruck und stellen einen der Gründe dafür dar, daß es bis heute keine anorganischen Ultrafiltrations-Flachmembranen im technischen Maßstab gibt.

Die Erfindung eliminiert diesen Nachteil. Sie erlaubt die Realisierung eines eng gepackten Flachmembranmoduls, was ein günstiges Verhältnis Membranfläche/Volumen bedeutet. Sie geht von der Zielvorstellung aus, daß die Geometrie einer anorganischen Membran dergestalt sein muß, daß auf der dem Druck abgewandten Seite, der sog. Filtrat- bzw. Permeatseite an keiner Stelle Zugspannungen auftreten dürfen. Gleichzeitig wird dort eine Kanalstruktur benötigt, durch die das Filtrat bzw. Permeat abgeleitet wird.

Erfindungsgemäß werden diese beiden Forderungen gleichzeitig realisiert, indem man die Filtratseite der

Membran mit Kanalstrukturen ausstattet, die im Querschnitt Halbkreisbögen gleichen (s. Fig. 1), von denen man ja weiß, daß sie an keiner Stelle Zugspannungen aufweisen.

In den so geformten Längsrillen (s. Fig. 1), die näherungsweise oder tatsächlich als Halbkreise mit einem Radius von ca.  $0,2 \text{ mm}$  bis  $3,0 \text{ mm}$  angesehen werden können, wird das Filtrat zu den Sammelleitungen geführt.

Eine besonders günstige Ausführung dieser Erfindung zeigt Fig. 2. Hier werden zwei Membranen mit ihren Filtratseiten so zusammengefügt, daß sie röhrenförmige Kanäle bilden. Dabei kann die Feedseite entweder völlig eben (s. Fig. 2a) oder den röhrenförmigen Kanälen angepaßt sein (Fig. 2b).

Da auf beiden Seiten einer solchen Doppelmembran praktisch der gleiche Filtratdruck herrscht, sind sie selbsttragend, d. h. sie benötigen keine zusätzlichen Abstützungen. Stapelt man solche Membranen über geeignete Dichtungen in Abständen von wenigen mm, so erhält man den gewünschten Membranmodul hoher Packungsdichte (s. Fig. 3). Orientiert man sich bei der Konstruktion eines solchen Moduls am Prinzip der Filterpresse, so erhält man einen leicht demontierbaren und reinigbaren Membranmodul, wie er in der Industrie überall da gewünscht wird, wo Membranen zu Verstopfungen neigen (z. B. Getränkeindustrie).

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Filtration von Fluiden mittels anorganischen Membranen, dadurch gekennzeichnet, daß die Membranen als Flachmembranen ausgebildet sind und auf ihrer Filtratseite Rillen enthalten, die im Querschnitt annähernd oder tatsächlich die Form eines Halbkreisbogens haben.
2. Vorrichtung dadurch gekennzeichnet, daß die Rillen einen Radius von  $0,2 \text{ mm}$  bis  $3,0 \text{ mm}$  haben.
3. Vorrichtung dadurch gekennzeichnet, daß man zwei gemäß Anspruch 1 ausgerüstete Membranen mit ihrer Filtratseite so aufeinander fixiert, daß sie röhrenförmige, kreisförmige Permeat-Kanäle bilden.
4. Vorrichtung nach 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Membranen zu einem Modul gestapelt werden.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

Feedseite

Filtratseite

Filtrat-  
sammelkanal

Figur 1

408 133/337

Feedseite

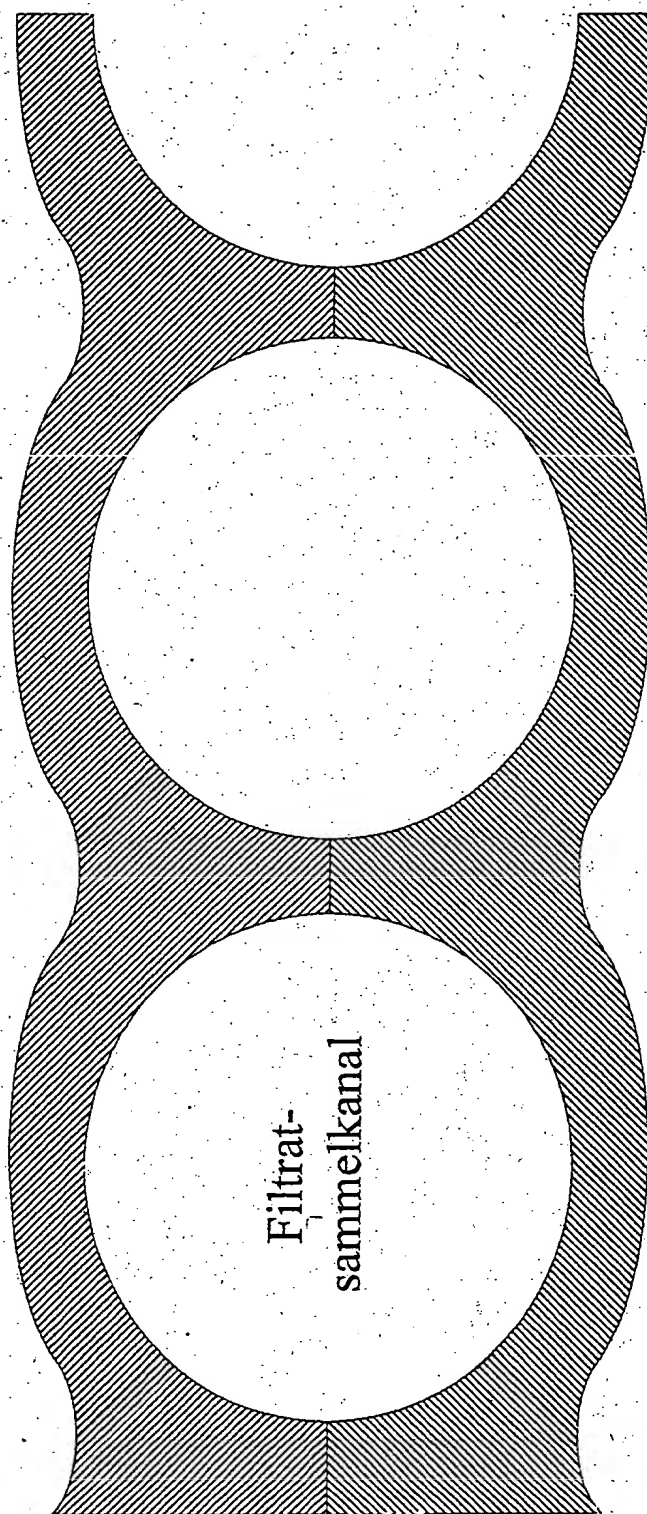
Feedseite

Filtrat-  
sammelkanal

Figur 2a

408 133/337

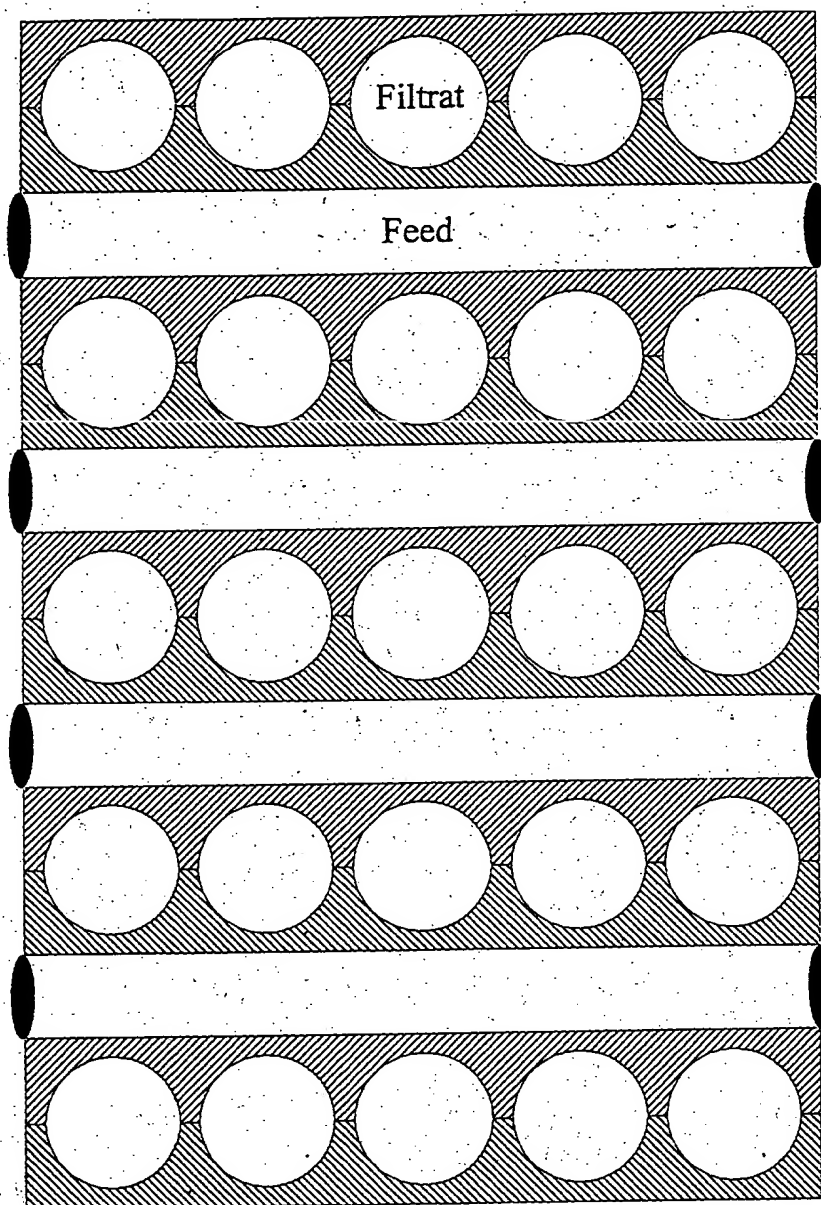
Feedseite



Feedseite

Figur 2b

408 133/337



Figur 3